



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10308718 A**(43) Date of publication of application: **17 . 11 . 98**

(51) Int. Cl.

H04J 13/00(21) Application number: **09115864**(71) Applicant: **SAITAMA NIPPON DENKI KK**(22) Date of filing: **06 . 05 . 97**(72) Inventor: **NIJIMA HAJIME**(54) **CARRIER WAVE LEAKAGE COMPENSATION CIRCUIT**

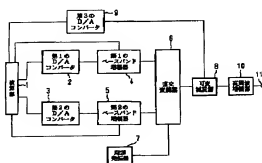
perform the quadrature modulation of local signals.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a carrier wave leak compensation circuit with which the ratio of output power and carrier wave leakage can be improved to the same level as a maximum channel multiplicity number while maintaining the output power by attenuating a 1st high frequency signal outputted from a quadrature modulator to a value designated by an analog control signal and amplifying a 2nd high frequency signal outputted by a variable attenuator through a high frequency amplifier part.

SOLUTION: A 1st base band signal I outputted from an arithmetic part 1 is converted from a digital signal into a 2nd base band signal I of analog signal by a 1st D/A converter 2, and the 2nd base band signal I is amplified to the level at the time of maximum channel multiplicity number by a 1st base band amplifier 4. The arithmetic part 1 acquires the information of level to be outputted from an external circuit through an output terminal 11 corresponding to the channel multiplicity number. When the output level information is acquired, the arithmetic part 1 sets the amplification factor of 1st base band amplifier 4. 3rd base band signals I and Q

**BEST AVAILABLE COPY**

(51) Int.Cl.⁴

H 0 4 J 13/00

識別記号

F I

H 0 4 J 13/00

A

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-115864

(22) 出願日 平成9年(1997)5月6日

(71) 出願人 390010179

埼玉日本電気株式会社

埼玉県児玉郡神川町大字元原字豊原300番
18

(72) 発明者 新島 肇

埼玉県児玉郡神川町大字元原字豊原300番
18 埼玉日本電気株式会社内

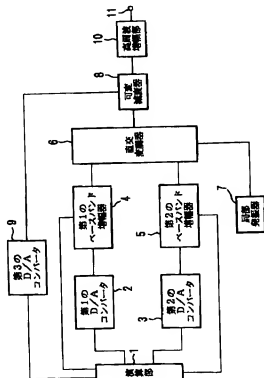
(74) 代理人 弁理士 志賀 正武

(54) 【発明の名称】 搬送波リーク補償回路

(57) 【要約】

【課題】 簡単な回路構成により、出力電力と搬送波リークの比を最大チャネル多重数の時と同じレベルに改善可能にする。

【解決手段】 演算部1からの第1のベースバンド信号I、Qのそれぞれをアナログ変換する各一のデジタル/アナログコンバータ2、3と、これらのデジタル/アナログコンバータ2、3から出力された第2のベースバンド信号I、Qを指定された値に増幅する各一のベースバンド増幅器4、5と、これらのベースバンド増幅器4、5から出力された第3のベースバンド信号I、Qによりローカル信号を直交変調する直交変調器6と、直交変調器6の出力を演算部1の制御下で指定値に減衰する可変減衰器8とを有して、これの出力を高周波増幅器で増幅、出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 1次変調および2次変調した第1のベースバンド信号1および前記第1のベースバンド信号Qを出力する演算部と、

前記第1のベースバンド信号1をデジタル信号からアナログ信号に変換する第1のデジタル/アナログコンバータと、

前記第1のベースバンド信号Qをデジタル信号からアナログ信号に変換する第2のデジタル/アナログコンバータと、

前記第1のデジタル/アナログコンバータから出力された第2のベースバンド信号1を前記演算部の第1のデジタル制御信号により指定された値に増幅する第1のベースバンド増幅器と、

前記第2のデジタル/アナログコンバータから出力された第2のベースバンド信号Qを前記演算部の第1のデジタル制御信号により指定された値に増幅する第2のベースバンド増幅器と、

前記第1のベースバンド増幅器により増幅された第3のベースバンド信号1および前記第2のベースバンド増幅器により増幅された第3のベースバンド信号Qを同時に入力ローカル信号を直交変調する直交変調器と、該直交変調器に前記ローカル信号を入力する局部発振器と、

前記演算部から出力された第2のデジタル制御信号をアナログ制御信号に変換する第3のデジタル/アナログコンバータと、

前記直交変調器が出力する第1の高周波信号を前記アナログ制御信号により指定された値に減衰する可変減衰器と、

該可変減衰器が出力する第2の高周波信号を増幅する高周波増幅部とを備えたことを特徴とする搬送波リーク補償回路。

【請求項2】 前記演算部が、外部回路よりチャネル多重数に応じた出力電力情報を受け、該出力電力情報に応じて前記第1のベースバンド増幅器および前記第2のベースバンド増幅器の増幅度を制御すると同時に、前記出力電力情報に応じて前記可変減衰器の減衰量を制御する機能を有することを特徴とする請求項1に記載の搬送波リーク補償回路。

【請求項3】 前記第1のベースバンド増幅器および前記第2のベースバンド増幅器が、前記演算部から出力される第1のデジタル制御信号により前記第2のベースバンド信号1および前記第2のベースバンド信号Qを最大チャネル多重数の時のレベルまで均一かつ同時に増幅する機能を有することを特徴とする請求項1に記載の搬送波リーク補償回路。

【請求項4】 前記可変減衰器が、前記第3のデジタル/アナログコンバータから与えられるアナログ制御信号により第1の高周波信号を指定されたレベルに減衰させ

る機能を有することを特徴とする請求項1に記載の搬送波リーク補償回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、スペクトラム拡散通信方式（以下、CDMA方式という）に使用される送信機において発生する搬送波リークの影響を低減する搬送波リーク補償回路に関する。

【0002】

【従来の技術】CDMA方式に使用される送信機において、搬送波リークの主な発生原因として、2つがあげられる。1つは、1次変調および2次変調されたベースバンド信号1、Qの各々の直流オフセット電圧の影響によるI/Q平面上の不要なベクトル成分の発生であり、もう1つは、直交変調器に入力されるローカル信号の一部が高周波回路（RF）側に漏洩するために発生するローカルリークの存在である。

【0003】一方、従来から、前記のような搬送波リークの影響を低減するキャリアリーク抑圧方法が、例えば特開平6-303145号公報に示されている。これは、直交変調器より出力される直交変調信号を、ベースバンド信号1、Qに復調し、そのベースバンド信号1、Q中の各々の直流成分を、前記直交変調器の入力側にフィードバックし、この直交変調器の出力側で直流成分がなくなるようにループ制御することにより、ベースバンド信号1、Qのデジタル信号を各々アナログ信号に変換する際に生じる直流成分により発生する搬送波リークを抑圧するというものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、かかる従来のキャリアリーク抑圧方法においては、直交変調器に入力されるローカル信号の一部がRF側に漏洩するローカルリークの存在により、搬送波リークを抑圧することはできず、また、直交変調信号をベースバンド信号1、Qに戻すための復調部を設けなければならないため、回路構成が複雑となってしまいうという課題があった。さらに、CDMA方式に使用される送信機からの出力電力は、チャネルの多重数に応じて変化するため、チャネルの多重数が多い場合は、搬送波リークの影響は無視できるものの、チャネルの多重数が少ない場合は、出力電力が小さいため、搬送波リークとの比が悪化し、変調精度や符号間干渉が劣化するという課題があった。

【0005】この発明は前記のような課題を解決するものであり、簡単な回路構成により、チャネルの多重数が少ないとき、すなわち、出力電力が小さいときに、ベースバンド信号を最大チャネル多重数の時のレベルまで増幅し、その増幅レベル量を高周波信号にて減衰させることにより、出力電力を維持させながら、出力電力と搬送波リークとの比を最大チャネル多重数の時と同じレベルに改善することができる搬送波リーク補償回路を得ること

とを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記目的達成のために、請求項1の発明にかかる搬送波リーク補償回路は、1次変調および2次変調した第1のベースバンド信号1および第1のベースバンド信号Qを出力する演算部と、前記第1のベースバンド信号1をデジタル信号からアナログ信号に変換する第1のデジタル/アナログコンバータと、前記第1のベースバンド信号Qをデジタル信号からアナログ信号に変換する第2のデジタル/アナログコンバータと、前記第1のデジタル/アナログコンバータから出力された第2のベースバンド信号1を前記演算部の第1のデジタル制御信号により指定された値に増幅する第1のベースバンド増幅器と、前記第2のデジタル/アナログコンバータから出力された第2のベースバンド信号Qを前記演算部の第1のデジタル制御信号により指定された値に増幅する第2のベースバンド増幅器と、前記第1のベースバンド増幅器により増幅された第3のベースバンド信号1および前記第2のベースバンド増幅器により増幅された第3のベースバンド信号Qを同時に入力しローカル信号を直交変調する直交変調器と、該直交変調器に前記ローカル信号を入力する局部発振器と、前記演算部から出力された第2のデジタル制御信号をアナログ制御信号に変換する第3のデジタル/アナログコンバータと、前記直交変調器が出力する第1の高周波信号を前記アナログ制御信号により指定された値に減衰する可変減衰器とを設けて、該可変減衰器が出力する第2の高周波信号を高周波増幅部で増幅するようにしたものである。

【0007】また、請求項7の発明にかかる搬送波リーク補償回路は、前記演算部に、外部回路よりチャネル多重数に応じた出力電力情報を受け、該出力電力情報に応じて前記第1のベースバンド増幅器および前記第2のベースバンド増幅器の増幅度を制御すると同時に、前記出力電力情報に応じて前記可変減衰器の減衰量を制御する機能を持たせたものである。

【0008】また、請求項3の発明にかかる搬送波リーク補償回路は、前記第1のベースバンド増幅器および前記第2のベースバンド増幅器に、前記演算部から出力される第1のデジタル制御信号により前記第2のベースバンド信号1および前記第2のベースバンド信号Qを最大チャネル多重数の時のレベルまで均一かつ同時に増幅する機能を持たせたものである。

【0009】また、請求項4の発明にかかる搬送波リーク補償回路は、前記可変減衰器に、前記第3のデジタル/アナログコンバータから与えられるアナログ制御信号により第1の高周波信号を指定されたレベルに減衰させる機能を持たせたものである。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の一形態を

図面を参照して説明する。図1において、1は1次変調、2は2次変調した第1のベースバンド信号1および第1のベースバンド信号Qを出力する演算部であり、これが乗算器および加算器で積和算を行うハードウェアとプロセッサにより構成されている。第1のベースバンド信号1は第1のデジタル/アナログ（以下、D/Aという）コンバータ2によりデジタル信号からアナログ信号に変換される。第1のベースバンド信号Qは、第2のD/Aコンバータ3によりデジタル信号からアナログ信号に変換される。なお、これらの第1のD/Aコンバータ2および第2のD/Aコンバータ3は、「アナログデバイス コンバータデータブック」、1995/1996、P4-537~P548に記載のAD9713Bに代表されるD/Aコンバータにより簡単に実現できる。4は第1のD/Aコンバータ2から出力された第2のベースバンド信号1を増幅する第1のベースバンド増幅器、5は第2のD/Aコンバータ3から出力された第2のベースバンド信号Qを増幅する第2のベースバンド増幅器である。

【0011】ここで、各ベースバンド増幅器4、5は演算部1により増幅率が制御されて、それぞれ第2のベースバンド信号1および第2のベースバンド信号Qを最大チャネル多重数のときのレベルまで精度良く増幅して、第3のベースバンド信号1および第3のベースバンド信号Qを出力するものである。6はこれらの第3のベースバンド信号1および第3のベースバンド信号Qを受けて、ローカル信号を直交変調する直交変調器、7はそのローカル信号を出力する局部発振器、8は直交変調器6にて変調した第1の高周波信号を、第3のD/Aコンバータ9を介して与えられるアナログ制御信号により指定されたレベルまで減衰して第2の高周波信号として出力する可変減衰器である。また、10は第2の高周波信号を増幅して、指定された出力電力で出力端子11へ出力する高周波増幅部である。

【0012】図2は第1のベースバンド増幅器4および第2のベースバンド増幅器5の具体例を示す。これらの第1のベースバンド増幅器4および第2のベースバンド増幅器5は同一回路を使用し、同一動作のため、第1のベースバンド増幅器4について説明する。また、ここでは第1のベースバンド増幅器4が非反転増幅回路である場合について説明する。12はこれの非反転入力端子13より第2のベースバンド信号1が入力される演算増幅器であり、第2のベースバンド信号1は演算増幅器12の増幅分増幅され、ベースバンド出力端子14に出力される。演算増幅器12の反転入力端子15と前記ベースバンド出力端子14との間には、可変抵抗器16が接続されている。さらに、反転入力端子15は、抵抗17を介してグラウンドに接続されている。ベースバンド出力端子14より出力された第3のベースバンド信号1は、可変抵抗器16を通して反転入力端子15にネガティブ

ードバックされる。この演算増幅器12の増幅度は、可変抵抗器16の抵抗値を変えることにより可変できる。

【0013】図3は前記可変抵抗器16の簡単な具体例を示す。この可変抵抗器16は、スイッチ18と、抵抗19-1〜19-8とから構成されている。抵抗19の入力側端子は、前記の出力端子14と接続され、もう一方の端子は、スイッチ18の入力側の端子と接続されている。スイッチ18のもう一方の出力側の端子は反転入力端子15に接続されている。スイッチ18は、演算部1のデジタル制御信号によりオン/オフされる。スイッチ18の具体例として、例えばμPD4051B(日本電気(株))に代表されるマルチプレクサがある。このマルチプレクサを使用すると、演算部1からの3ビットのデジタル制御信号により8種類の抵抗値を実現することができる。図3は8種類の抵抗値を実現した場合を示す。

【0014】なお、前記局部発振器7から出力されるローカル信号の一部が高周波回路側に漏洩することにより、常時一定レベルのローカルリークが存在している。また、可変減衰器8は直交変調器6より出力された第1の高周波信号を前記第1のベースバンド増幅器4で増幅した分減衰する。このとき、可変減衰器8により第1の高周波信号と搬送波リークは同時に同レベルで減衰されるため、可変減衰器8より出力された第2の高周波信号と搬送波リークとの比は悪化しない、さらに、高周波増幅部10により第2の高周波信号と搬送波リークは同時に同レベルで増幅されるため、高周波増幅部10より出力された第3の高周波信号と搬送波リークとの比を悪化させることなく、指定された出力電力を出力させることができる。

【0015】ここで、前記第3のD/Aコンバータ9は「NEC 汎用リニアICデータブック」、P692〜P704に記載のμPD6376に代表されるD/Aコンバータで簡単に実現できる。また、可変減衰器8は、「94.8日立ダイオードカタログ」、P572〜P573に記載のHVM14Sに代表されるPINダイオードを使用することにより簡単に実現することができる。

【0016】次に動作を説明する。まず、演算部1より出力された第1のベースバンド信号Iは、第1のD/Aコンバータ2によりデジタル信号からアナログ信号の第2のベースバンド信号Iに変換され、この第2のベースバンド信号Iは、第1のベースバンド増幅器4により最大チャネル多重数の時のレベルまで増幅される。同様に、第1のベースバンド信号Qは、第2のD/Aコンバータ3によりデジタル信号からアナログ信号の第2のベースバンド信号Qに変換され、第2のベースバンド信号Qは、この第2のベースバンド増幅器5により最大チャネル多重数の時のレベルまで増幅される。なお、第1

のベースバンド増幅器4および第2のベースバンド増幅器5は同一回路が使用され、前記のように同一動作となるため、ここでは、第1のベースバンド増幅器4を用いて、前記μPD4051Bのスイッチ18を使用し、最大チャネル多重数を8チャネルとした場合について説明する。

【0017】前記演算部1は、チャネル多重数に応じて出力端子1より出力すべきレベルの情報(以下、出力レベル情報という)を外回路から得る。出力端子11から出力される出力電力とチャネル多重数との間には、図4に示すように1:1の関係がある。さらに、出力レベル情報とチャネル多重数との間には、図5に示すように1:1の関係があるため、演算部1は出力レベル情報のみ得ればよい。演算部1は、常にベースバンド出力端子14より最大チャネル多重数の時のレベルを出力させるために、図6に示すように出力レベル情報と第1のベースバンド増幅器4の増幅度との関係をデータテーブルとして保持している。

【0018】また、演算部1は、出力レベル情報を得ると、図6に従って第1のベースバンド増幅器4の増幅度を設定する。例えば、演算部1はVIという出力レベル情報を得ると、第1のベースバンド増幅器4の増幅度をGIにするため、図7に示す出力レベル情報と抵抗値19-1〜19-8との関係に従って、抵抗19-1を導通させる。このため、第1のベースバンド出力端子14より出力される第3のベースバンド信号Iは、導通した抵抗19-1を通して反転入力端子15にネガティブフィードバックされ、第1のベースバンド増幅器4の増幅度がG1となり、第3のベースバンド信号Iは、最大チャネル多重数の時のレベルとなる。また、演算部1がV8という出力レベル情報を得ると、第1のベースバンド増幅器4の増幅度をG8にするため、図7に従って抵抗19-8を導通させる。このため、ベースバンド出力端子14より出力される第3のベースバンド信号Iは、導通した抵抗9-8を通して反転入力端子15にネガティブフィードバックされるため、第1のベースバンド増幅器4の増幅度がG8となり、第3のベースバンド信号Iは、最大チャネル多重数の時のレベルとなる。図7において、「1」は抵抗のONを示し、「0」は抵抗OFFを示す。

【0019】このようにして、第1のベースバンド増幅器4および第2のベースバンド増幅器5により均一かつ同時に増幅された第3のベースバンド信号Iおよび第3のベースバンド信号Qは、同時に直交変調器6に入力されてローカル信号を直交変調する。この直交変調器6には、局部発振器7が接続されており、この局部発振器7から出力されるローカル信号の一部がRF側に漏洩することにより、常時一定レベルのローカルリークが存在している。なお、搬送波リークの発生原因として、第1のベースバンド信号Iおよび第1のベースバンド信号Qの

7
 各々の直流オフセット電圧の影響による1/Q平面上の不要なベクトル成分の発生、および前記のようなローカルリークの影響の2つがあげられる。例えば、第1のベースバンド増幅器4および第2のベースバンド増幅器5の各々の出力側にコンデンサを直列に挿入することにより、第1のベースバンド信号Iおよび第1のベースバンド信号Qの各々の直流オフセット電圧による1/Q平面上の不要なベクトル成分の影響が低減されるが、この場合、常時一定レベルで発生している前記ローカルリークの影響が支配的となっている。

【0020】前記したように、第1のベースバンド増幅器4および第2のベースバンド増幅器5から出力される第3のベースバンド信号Iおよび第3のベースバンド信号Qとチャネル多重数との間には、1:1の関係があり、チャネル多重数が多い場合には、例えば、図8(a)に示すように最大チャネル多重数では、第3のベースバンド信号Iおよび第3のベースバンド信号Qのレベルが大きく、直交変調器6から出力される第1の高周波信号と搬送波リークとの比が $x \cdot dB$ のように十分とれるため、搬送波リークの影響は無視できる。しかし、チャネル多重数が少ない場合には、第3のベースバンド信号Iおよび第3のベースバンド信号Qのレベルが小さいため、直交変調器6から出力される第1の高周波信号と搬送波リークとの比が $y \cdot dB$ のように悪くなり、搬送波リークの影響が無視できなくなる。しかしながら、この発明では、図8(b)のように、第3のベースバンド信号Iおよび第3のベースバンド信号Qは常に最大チャネル多重数の時のレベル $x \cdot dB$ となっているため、第1の高周波信号も、常に最大チャネル多重数の時のレベルとなっており、第1の高周波信号と搬送波リークとの比は、チャネルの多重数にかかわらず最大チャネル多重数の時のレベル $x \cdot dB$ を維持している。

【0021】一方、直交変調された第1の高周波信号は、第3のD/Aコンバータ9から出力されるアナログ制御信号により減衰量を制御できる可変減衰器8により、ベースバンドで増幅された分減衰される。可変減衰器8の減衰量と第1のベースバンド増幅器4および第2のベースバンド増幅器5の増幅度との間には、図9のように1:1の関係があり、演算部1は可変減衰器8の減衰量と第1のベースバンド増幅器4および第2のベースバンド増幅器5の増幅度との前記のような関係を、データテーブルとして保持している。

【0022】すなわち、第1のベースバンド増幅器4および第2のベースバンド増幅器5の増幅度がG1であった場合、図9に従い、第3のD/Aコンバータ9から出力されるアナログ制御信号により可変減衰器8の減衰量がA1となり、第1の高周波信号はA1分減衰される。同様に、第1のベースバンド増幅器4および第2のベースバンド増幅器5の増幅度がG8であった場合、図9に従い、第3のD/Aコンバータ9から出力されるアナロ

グ制御信号により、可変減衰器8の減衰量がA8となり、第1の高周波信号はA8分減衰される。この時、第1の高周波信号と搬送波リークは同時に同レベルで減衰されるため、可変減衰器8から出力される第2の高周波信号と搬送波リークとの比は悪化しない、さらに、この第2の高周波信号は、高周波増幅部10により増幅される。第2の高周波信号と搬送波リークは高周波増幅部10により同時に同レベルで増幅されるため、結果として、高周波増幅部10により増幅された第3の高周波信号と搬送波リークとの比は悪化しない。前記の動作により、指定された出力電力を維持させながら、出力電力と搬送波リークの比を最大チャネル多重数の時と同じレベルに改善させることができる。

【0023】

【発明の効果】以上のように、この発明の搬送波リーク補償回路によれば、チャネルの多重数が少ないとき、すなわち、出力電力が小さい時において、ベースバンド信号を最大チャネルの多重数の時のレベルまで増幅し、その増幅レベル量を高周波信号にて減衰させることにより、指定された出力電力を維持させながら、出力電力と搬送波リークの比を最大チャネルの多重数の時と同じレベルに改善することができ、この結果、変調精度や符号間干渉の悪化を防止することができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の搬送波リーク補償回路の実施の一形態を示すブロック図である。

【図2】図1における第1および第2のベースバンド増幅器の内部構成を示す回路図である。

【図3】図2における可変抵抗器の内部構成を示す回路図である。

【図4】この発明におけるチャネル多重数と出力電力の関係を示す説明図である。

【図5】この発明におけるチャネル多重数と出力レベル情報の関係を示す説明図である。

【図6】この発明における出力レベル情報と増幅度の関係を示す説明図である。

【図7】この発明における出力レベル情報と導通する抵抗の関係を示す説明図である。

【図8】従来およびこの発明における第3のベースバンド信号Iおよび第3のベースバンド信号Qと搬送波リークとの関係に対応説明する説明図である。

【図9】この発明における増幅度と減衰量の関係を示す図である。

【符号の説明】

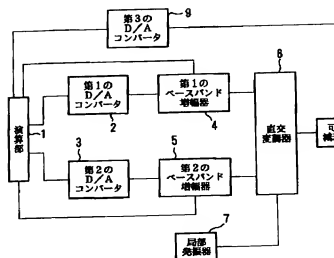
- 1 演算部
- 2 第1のD/Aコンバータ（第1のデジタル/アナログコンバータ）
- 3 第2のD/Aコンバータ（第2のデジタル/アナログコンバータ）

- 4 第1のベースバンド増幅器
- 5 第2のベースバンド増幅器
- 6 直交変調器
- 7 局部発振器
- 8 可変減衰器

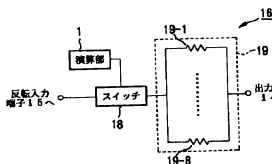
- * 9 第3のD/Aコンバータ (第3のデジタル/アナログコンバータ)
10 高周波増幅部
11 出力端子

*

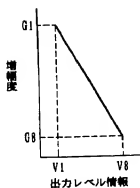
【例 1】



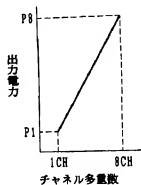
【圖 3】



【图6】



【图4】

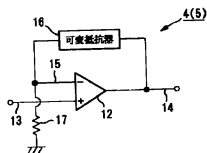


【图 7】

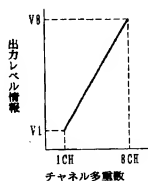
由力 尸	抵抗	R	R	R	R	R	R	R	R
		10-1	10-2	10-3	10-4	10-5	10-6	10-7	10-8
V1		1	0	0	0	0	0	0	0
V2		0	1	0	0	0	0	0	0
V3		0	0	1	0	0	0	0	0
V4		0	0	0	1	0	0	0	0
V5		0	0	0	0	1	0	0	0
V6		0	0	0	0	0	1	0	0
V7		0	0	0	0	0	0	1	0
V8		0	0	0	0	0	0	0	1

1:抵抗 ON 0:抵抗 OFF

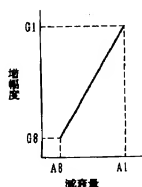
【图 2】



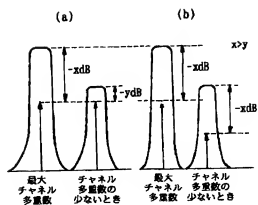
【图 5】



【图9】



【図8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.